

# ナタネの細胞質雄性不稔性利用によるヘテロシス育種に関する研究

著者	志賀 敏夫
号	140
発行年	1975
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/16392">http://hdl.handle.net/10097/16392</a>

氏 名 (本籍) し 志 が 賀 とし 敏 お 夫

学 位 の 種 類 農 学 博 士

学 位 記 番 号 農 第 1 4 0 号

学位授与年月日 昭和 5 1 年 3 月 1 1 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当

学 位 論 文 題 目 ナタネの細胞質雄性不稔性利用による  
ヘテロシス育種に関する研究

論文審査委員 (主 査)

教授 角田重三郎 教授 佐藤 庚

教授 水間 豊

## 論文内容要旨

*Brassica*属作物の細胞質雄性不稔性については、PEARSON (1972) が*Brassica nigra*と*B. oleracea*との種間交雑の後代で報告し、THOMPSON (1972)が、著者と独立にナタネ(*B. napus*.)の種内交雑の後代で報告している。しかし、積極的にF<sub>1</sub>採種に利用しようとする試みは報告されていない。

著者はナタネの種内交雑の後代で細胞質雄性不稔性を見いだした。この雄性不稔性をF<sub>1</sub>採種に利用することができるかどうかを確かめるために、次のような研究を行った。1. この雄性不稔系統の形態的・組織学的特徴、F<sub>1</sub>種子の生産能力を明らかにし、その維持法を確立すること。2. この細胞質雄性不稔性を回復する遺伝子を持つ品種を探索し、稔性回復力の遺伝様式を解明して、この細胞質雄性不稔性を遺伝的に制御する方法を確立すること。3. この細胞質雄性不稔性の発現に環境条件がどのように影響するかを明らかにすること。4. この雄性不稔系統と日本品種とのF<sub>1</sub>がどの程度のヘテロシスを示すかを知ること。

### 第1章 チサヤナタネと北陸23号の雑種後代にみられた

#### 細胞質雄性不稔性

細胞質雄性不稔性は福島県農業試験場ナタネ育種試験地において、チサヤナタネを母とし、北陸23号を父とした*Brassica napus*種内交配の後代で見いだされた(図1)。この雄性不稔性の発現に細胞質が関係していることは、両親の正逆交配のF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、戻交配F<sub>1</sub>集団における雄性不稔性の発現のしかたから確認された(表1)。

細胞質雄性不稔系統の花器では、雌ずいは正常の発育を示すが、雄ずいは短縮化し、蒴がわい小化するため、花粉が形成されない。また、雄ずいの短縮化につれて花弁が小さくなった。組織学的観察から雄性不稔系統の雄ずいの発育阻害は心皮分化期Ⅲと雄性胞原細胞分化期Ⅰの間に起こることが明らかにされた。

この細胞質雄性不稔系統は開花期間の末期にわずかに形成される花粉を受粉することによって維持でき(図2)、また、北陸23号は稔性回復力がなく、この品種を戻交雑しても維持できる(図3)。この雄性不稔系統のF<sub>1</sub>種子生産能力は一般品種と同程度であり、採種された種子中の自殖種子の混入率が低いので、この雄性不稔系統はF<sub>1</sub>採種に利用可能なものと考えられた。

## 第2章 稔性回復遺伝子の存在と

### その遺伝様式

この細胞質雄性不稔性を回復する稔性回復遺伝子を持つ品種を探索するため、細胞質雄性不稔系統に131の日本の育成品種・系統が交配された。

- (1) 稔性の程度を判定する指標をうるために、この雄性不稔系統と131の日本の育成品種とのF<sub>1</sub>とその花粉親品種について、袋掛けによる自殖稔性(袋掛稔性)とそれに関係する花器・その他の形質との関係を単相関・偏相関・重回帰分析によって考察を加え、袋掛稔性は葯の相対的位置によってその大部分が説明できることが分かった。しかし、品種やF<sub>1</sub>稔性の程度を判定する指標として、葯の相対的位置と花弁の幅とから計算した稔性指数がより有用であることが明らかにされた。
- (2) F<sub>1</sub>の示す稔性指数によって131の日本の育成品種を分類すると、23の稔性回復遺伝子を持つ品種、29の稔性回復遺伝子を持たない品種、79の部分稔性回復遺伝子を持つ品種に分類された。

また、稔性回復品種と非稔性回復品種の来歴から稔性回復遺伝子は早生朝鮮およびその類縁関係にある品種とヨーロッパ系品種とに由来し、稔性回復力を持たない遺伝子も早生朝鮮とその類縁関係にある品種に由来した。また雄性不稔細胞質は早生朝鮮の細胞質に由来し、非雄性不稔細胞質は鴻種交2号と鴻種交3号の母本に用いられた品種の細胞質に由来していることが明らかになった。

- (3) 雄性不稔系統とのF<sub>1</sub>で種々の稔性指数を示した14品種との組合せのF<sub>2</sub>集団と戻交雑F<sub>1</sub>集団で、稔性回復遺伝子に支配されていると考えら

れる蒴の相対的位置と花卉の幅の分離を調査し、その分離の状態から稔性回復力の遺伝様式を明らかにした。

i) 蒴の相対的位置の広義の遺伝力は平均約 80 % で、花卉の幅の広義の遺伝力は雄性不稔細胞質を持つ品種で平均約 73 % 非雄性不稔細胞質を持つ品種で約 60 % 以下と推定され、非雄性不稔細胞質を持つ品種の花弁の幅を除いて、これら二つの形質の表現型変異のかなりの部分が遺伝的変異に基づくことが明らかとなった。

また、蒴の相対的位置と花卉の幅の遺伝相関は 0.7 ~ 0.8 とかなり高く、この二つの形質はかなりの部分が同じ遺伝的支配をうけているものと考えられる。

ii) 稔性回復遺伝子は蒴の相対的位置の発現を支配するものと判断される。しかし、花卉の幅と蒴の大きさの発現のかなりの部分は、稔性回復遺伝子の多面発現によって支配されるか、稔性回復遺伝子に関連した他の遺伝子によって支配されていると考えられた。

iii) ナタネ品種はその保持している細胞質によって S 群 (雄性不稔細胞質を持つ品種群) と N 群 (正常 - 非雄性不稔細胞質を持つ品種群) とに大別され、さらに、各群は持っている稔性回復遺伝子の数とその働きによって分類された (表 2)。

S 群は稔性回復遺伝子を持っていない S-0 群、不完全優性な 1 対の稔性回復遺伝子を持つ S-I 群、不完全優性な 2 対の稔性回復遺伝子を持つ S-II<sub>a</sub> 群、完全優性な 1 対と不完全優性な 1 対の稔性回復遺伝子を持つ S-II<sub>b</sub> 群、完全・不完全の明らかでない 3 対の稔性回復遺伝子を持つ S-III 群、4 対の稔性回復遺伝子を持つ S-IV 群に分類された。雄性不稔系統は S-0 群に属し、S-II<sub>b</sub> 群、S-III 群、S-IV 群品種は稔性回復品種として使用できる。

N 群は稔性回復遺伝子を持たない N-0 群、不完全優性な 1 対の稔性回復遺伝子を持つ N-I 群、不完全優性な 2 対の稔性回復遺伝子を持つ N-II 群に分類された。N-0 群品種は雄性不稔系統の維持品

種として使用できる。

ナタネ品種が細胞質と稔性回復遺伝子によって分類できたことによって、この細胞質雄性不稔性は遺伝的に容易に制御できることが明らかとなり、 $F_1$  採種に利用できるものと判断された。

### 第3章 雄性不稔性の発現におよぼす

#### 環境条件の影響

雄性不稔性の発現は、播種期の早晚によって差がなく、開花盛期の3～4週間前の高温処理によって稔性が回復した。また、ビニールハウス内の栽培で稔性が回復し、 $m^2$ あたり100g以上の採種量があり、この種子からの系統は翌年圃場条件で雄性不稔性を示した。この性質を利用して、この雄性不稔系統はビニールハウス内で、翌年の隔離採種圃場に使用する種子を増殖することができることが明らかとなった。

### 第4章 ナタネで観察されるヘテロシス

育種試験に供試された62の $F_1$ と、雄性不稔系統と日本の育成品種との131の $F_1$ との中にヘテロシスを示す組合せが多く認められた(図4)。また、雄性不稔系統と日本品種との人為交配 $F_1$ 集団と隔離採種 $F_1$ 集団で、高いヘテロシスを示す組合せのあることを確認した。

### 第5章 総 合 考 察

本研究では、ナタネの種内交配の後代から細胞質雄性不稔性を見いだし、その系統の形態を明らかにし、この雄性不稔性に対する稔性回復遺伝子を持った品種を見いだし、種々の品種の稔性回復力の遺伝様式を明らかにし、品種の持つ細胞質と稔性回復遺伝子とによってナタネ品種を分類し遺伝的制御法を確立した。また、雄性不稔性の発現におよぼす環境条件の影響を明らかにし、その維持法を確立し、 $F_1$ 種子生産能力の高いことを確かめた。さらに、この雄性不稔系統と日本の育成品種との $F_1$ で、かなり高いヘテロシ

スを示す組合せが多いことを確認し、この細胞質雄性不稔性を利用してヘテロシス育種を進めることが可能であると判断した。

最後に、実際のヘテロシス育種を進める際に生ずる問題、今後の稔性回復品種の改良と探索、雄性不稔系統の維持と改良、組合せ能力の検定、隔離採種圃の運営などについて、これまでに解明できた事実を基礎にして総合的考察を加えた。

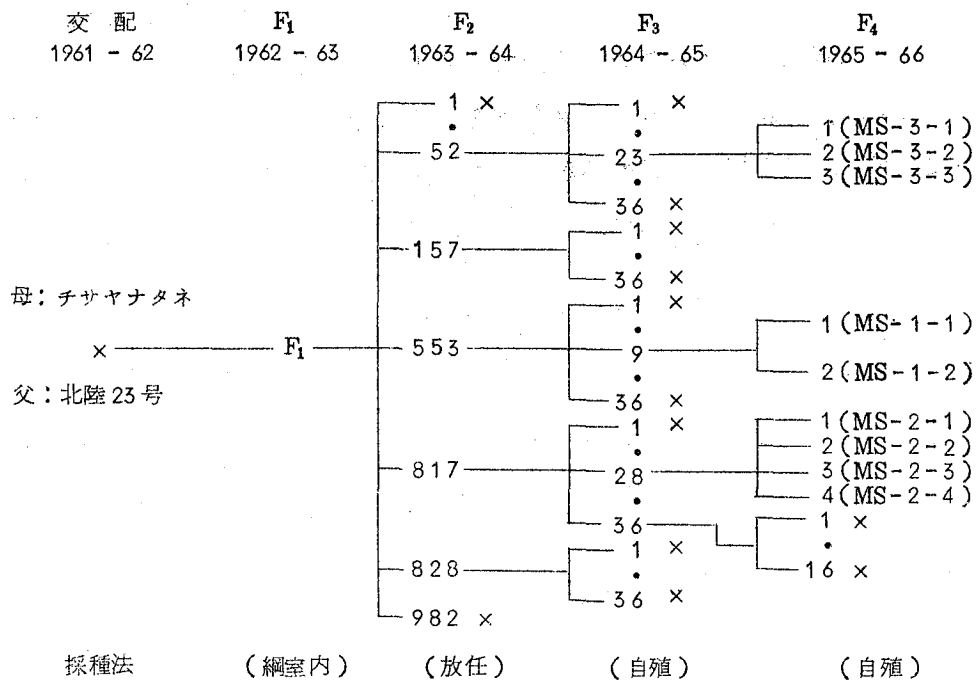


図 1. 細胞質雄性不稔系統の来歴

×は廃棄した個体を示す

表 1. (チサヤナタネ×北陸 23 号) の正逆 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 戻交雑 F<sub>1</sub> において、  
 雄性不稔性の発現に細胞質が関係していることの証明

組 合 せ	分 離			
	mf <sup>1)</sup>	pms <sup>2)</sup>	ms <sup>3)</sup>	計
(チサヤナタネ×北陸 23 号) F <sub>1</sub>	0	3	0	3
(チサヤナタネ×北陸 23 号) F <sub>2</sub>	0	14	31	45
(チサヤナタネ×北陸 23 号) × 北陸 23 号	0	11	44	55
(北陸 23 号×チサヤナタネ) F <sub>1</sub>	26	0	0	26
(北陸 23 号×チサヤナタネ) F <sub>2</sub>	60	0	0	60
(北陸 23 号×チサヤナタネ) × チサヤナタネ	61	0	0	61

1) mf : 正常稔性

2) pms : 部分雄性不稔

3) ms : 雄性不稔



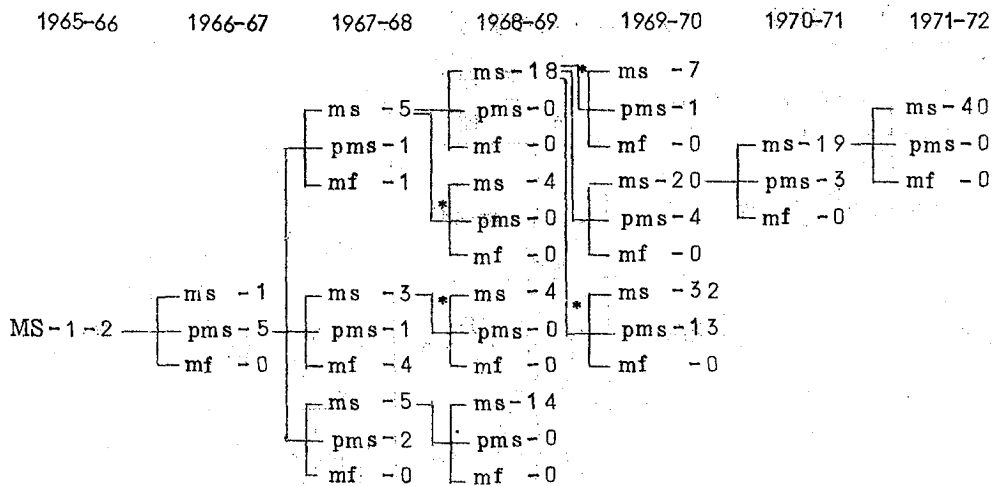


図 2 開花期の末期に僅かに形成される花粉によって自殖または兄妹交配によって維持された細胞質雄性不稔系統 MS-1-2 の系統図。数字は各世代における雄性不稔個体の分離を示す。mf ; 正常稔性、pms ; 部分雄性不稔、ms ; 雄性不稔。\* は兄妹交配によって維持された。

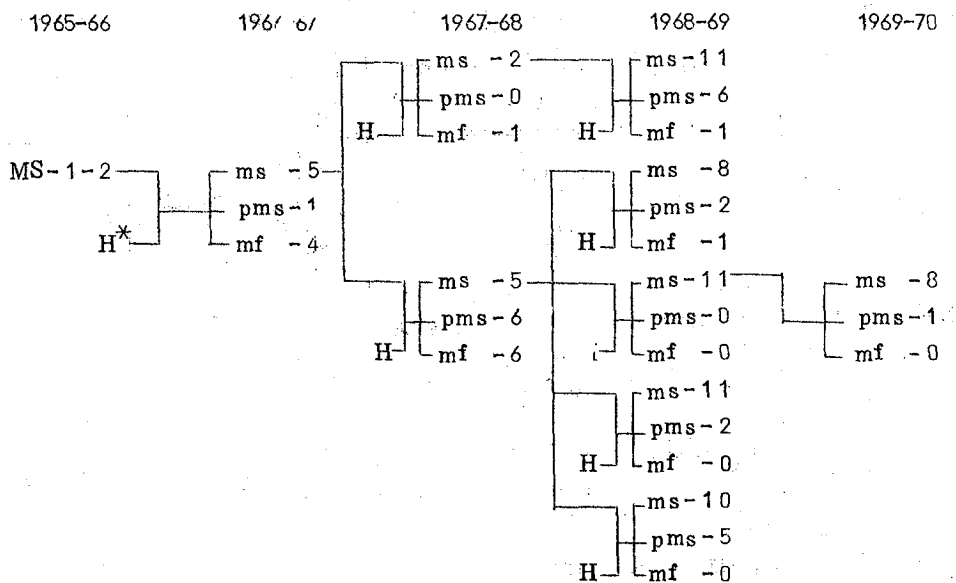












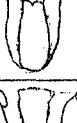




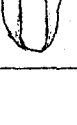


図 3. 最初の交配の花粉親、北陸 23 号を戻交雑することによって維持された細胞質雄性不稔系統 MS-1-2 の系統図。数字、mf、pms、ms、の説明は図 2. と同じ。H は北陸 23 号を示す。

表2 細胞質と稔性回復遺伝子の違いによるナタネ品種の分類と、品種と  $F_1$  (MS×品種) との花器の表現型

群	細胞質	稔性回復遺伝子	花 器 の 表 現 型		代表的品種名
			品 種	$F_1$ (MS×品種)	
S-O	S*	劣性遺伝子	 雄性不稔	 雄性不稔	雄性不稔系統
S-I	S	1対の不完全優性遺伝子	 部分雄性不稔	 部分雄性不稔	東海3号 チサヤナタネ
S-IIa	S	2対の不完全優性遺伝子	 正常稔性	 部分雄性不稔	アサヒナタネ 農林16号 コンゴウナタネ
S-IIb	S	2対の不完全と完全優性遺伝子	 正常稔性	 正常稔性	北陸7号 北陸9号
S-III	S	3対の *** 優性遺伝子	 正常稔性	 正常稔性	青森1号
S-IV	S	4対の *** 優性遺伝子	 正常稔性	 正常稔性	ムツナタネ
N-O	N**	劣性遺伝子	 正常稔性	 雄性不稔	イスズナタネ ムラサキナタネ
N-I	N	1対の不完全優性遺伝子	 正常稔性	 部分雄性不稔	ミチノクナタネ
N-II	N	2対の不完全優性遺伝子	 正常稔性	 部分雄性不稔	ミユキナタネ 農林11号

\* : S細胞質は雄性不稔性を引き起こす細胞質。

\*\* : N細胞質は雄性不稔を引き起こさない細胞質、正常細胞質。

\*\*\* : 完全・不完全優性が明らかでない。

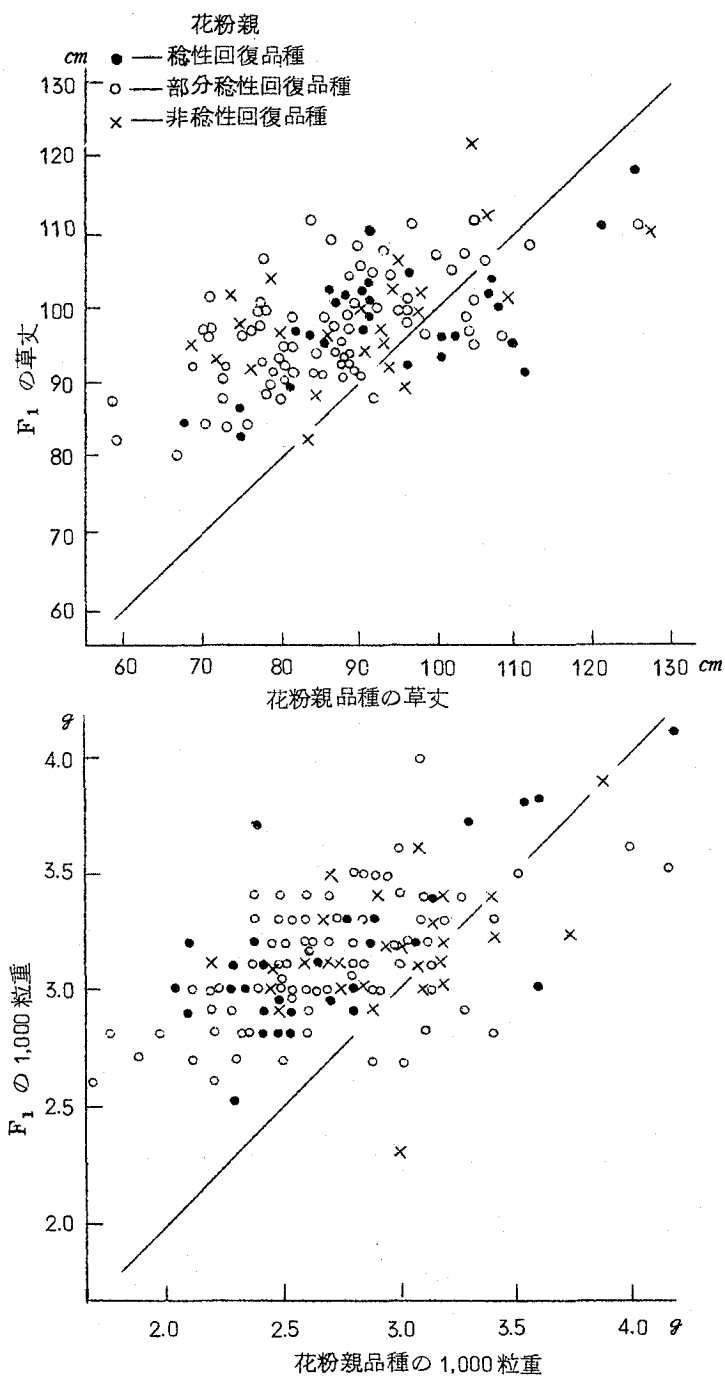
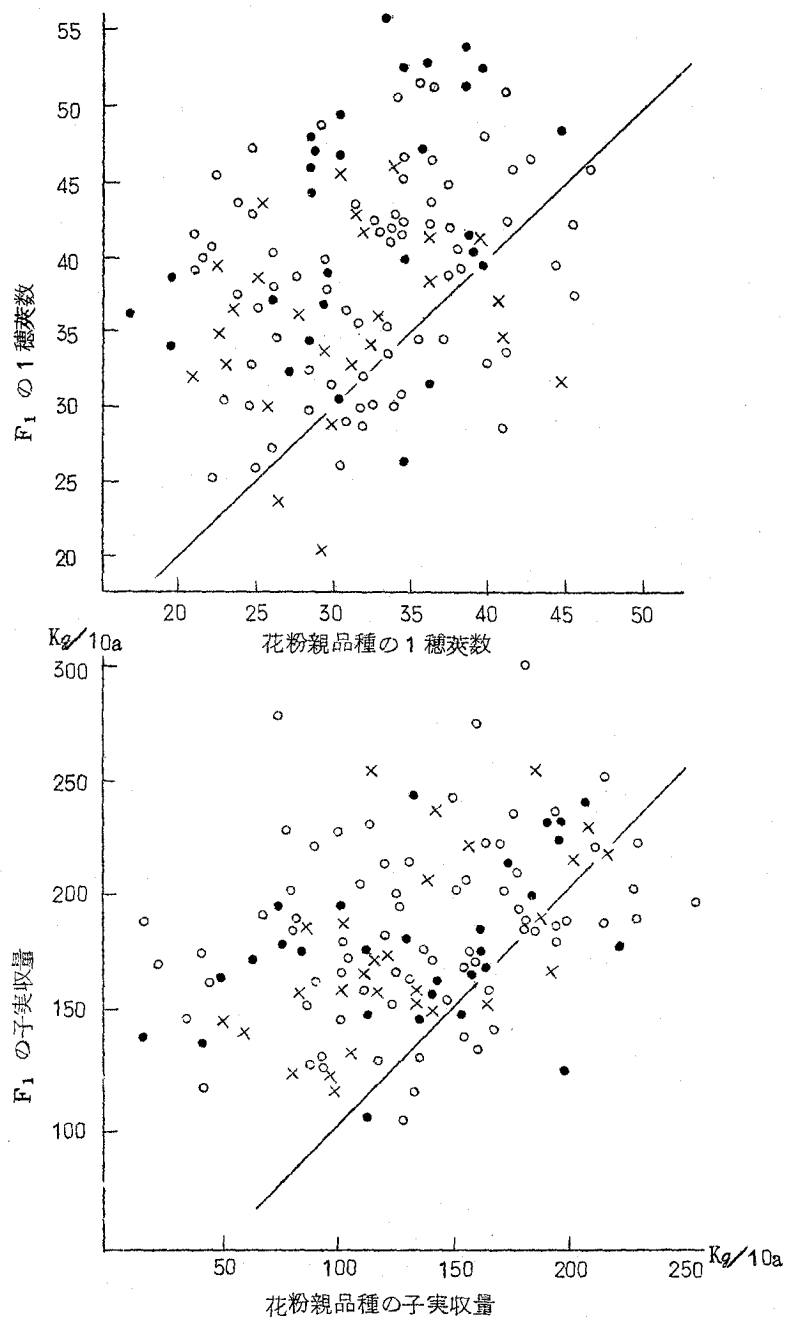


図 4-1 細胞質雄性不稔系統と 131 の日本の育成品種との  $F_1$  で子実収量とその他の形質で認められたヘテロシス程度



図一4-2 細胞質雄性不稔系統と131の日本の育成品種との $F_1$ で子実収量とその他の形質で認められたヘテロシス程度

## 審 査 結 果 の 要 旨

本研究は、トーマロコシなどで成果をあげている細胞質雄性不稔性を利用した $F_1$ 採種が、ナタネで可能かどうかにつき検討したものである。

(1) 著者が、ナタネの種内交配(チハヤナタネ×北陸23号)の後代で細胞質雄性不稔を見出し、その発現形態について検討し、ついで下記のように稔性回復遺伝子の存在とその遺伝様式、雄性不稔性の発現と環境条件、 $F_1$ のヘテロシスについても検討を加え、細胞質雄性不稔性を利用したナタネの一代雑種育種の可能性を示唆したことは評価できる。

(2) 著者は、雄性不稔系統と131の日本の育成品種・系統の $F_1$ とその花粉親品種につき、袋掛けによる自殖稔性(袋掛稔性)と花器その他の形質との相関分析を行ない、袋掛稔性は葯の相対的位置(柱頭に対する)と密接に相関することを見出した。さらに花卉の幅をも加味して計算した「稔性指数」が、品種や $F_1$ の稔性の程度を判定する指標として有用であること、また葯の相対的位置や花卉の幅は広義の遺伝力の高い(環境によりふれにくい)形質であることを示した。この相関分析と「稔性指数」の適用は、多数材料についての関係細胞質および回復遺伝子の同定を容易にしたものであり評価できる。

(3) 上記の「稔性指数」を利用した遺伝分析により、ナタネ品種はS群(雄性不稔細胞質をもつ品種群)とN群(正常-非雄性不稔細胞質をもつ品種群)に大別され、各群は更に稔性回復遺伝子の数とその働きにより、S-0群、S-IIa群、S-IIb群、S-III群、S-IV群と、N-0群、N-I群、N-II群に分類できることを示した。更に品種の系譜をたどって、雄性不稔細胞質、非雄性不稔細胞質、回復遺伝子、回復力をもたない遺伝子の夫々の由来についても検討を加えた。これらの知見は細胞質雄性不稔性の遺伝的制御上重要なものである。

(4) 著者は、雄性不稔が開花3~4週前の高温処理またビニールハウス内栽培により回復すること、この性質を利用して雄性不稔系統を自殖により維持できることを示した。

(5) 著者は、雄性不稔系統と日本の育成品種との $F_1$ が子実収量その他でヘテロシスを示すことを実証した。

以上要するに、本研究は、ナタネの種内交配の後代に細胞質雄性不稔を見出し、その遺伝的および環境的制御についての知見を集積し、細胞質雄性不稔性を利用したナタネの $F_1$ 採種、一代雑種育種の可能性を示唆したものであり、学術上ならびに実際育種上寄与するところ大であり、著者に農学博士の学位を授与してしかるべきものと認めた。